

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-311765

(43)Date of publication of application : 04.11.1994

(51)Int.Cl.

H02N 2/00

(21)Application number : 05-089893

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 16.04.1993

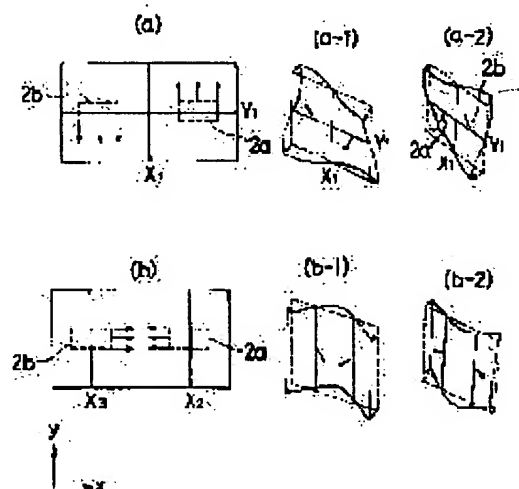
(72)Inventor : MAENO TAKASHI
TSUKIMOTO TAKAYUKI

(54) ULTRASONIC MOTOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a vibrator capable of efficiently taking out elliptic movement for driving which occurs at a material point of an elastic body by making almost equal the natural frequencies of two vibration modes excited in the vibrator in an ultrasonic motor constituting the vibrator with a plate-shaped elastic body.

CONSTITUTION: Vibration due to a first bending mode shown in (a) and (a-1, 2) and vibration due to a second bending mode shown by (b) and (b-1, 2) are excited in an elastic body with a phase difference between them; and elliptic movement occurs to material points at node positions X2 and X3 on a node position Y1, and this elliptic movement can be enlarged and used for driving by providing displacement enlargement members 2a and 2b therein.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 23.06.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3363510

[Date of registration] 25.10.2002

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(51)Int.Cl.⁵

H 0 2 N 2/00

識別記号

庁内整理番号

8525-5H

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 14 頁)

(21)出願番号 特願平5-89893

(22)出願日 平成5年(1993)4月16日

(71)出願人 000001007

キャノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 前野 隆司

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キャ
ノン株式会社内

(72)発明者 月本 貴之

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キャ
ノン株式会社内

(74)代理人 弁理士 本多 小平 (外3名)

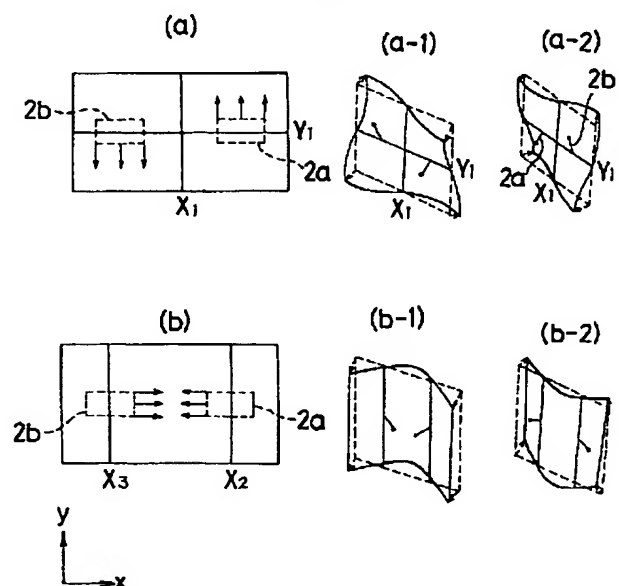
(54)【発明の名称】 超音波モータ

(57)【要約】

【目的】 板状の弾性体により振動子を構成する超音波モータにおいて、振動子に励起する2つの振動モードの固有振動数等をほぼ等しくすると共に、弾性体の質点に生じる駆動のための楕円運動を効率よく取り出すことのできる振動子を提供する。

【構成】 弾性体1には、図2の(a)、(a-1、2)に示す第1の曲げモードによる振動と、図2の(b)、(b-1、2)に示す第2の曲げモードによる振動とが位相差を有して励起され、節位置 Y_1 上で且つ節位置 X_2 、 X_3 における質点には楕円運動が生じ、そこに変位拡大部材2a、2bを設けることにより、この楕円運動を拡大し、駆動に供することができる。

図2



【特許請求の範囲】

【請求項1】 板状に形成された振動弾性体に、固有振動数が略等しく方向の異なる2つの曲げ振動モードを励起するための電気―機械エネルギー変換素子を接合し、該2つの曲げ振動の合成により該振動弾性体の所定の質点に形成される円又は楕円運動を該振動弾性体に設けた突起部により拡大し、該突起部を駆動に供する構成とした振動子を有することを特徴とする超音波モータ。

【請求項2】 請求項1において、2つの曲げ振動モードは、矩形平板形状の振動弾性体に、十文字状に節をもつ厚み方向曲げ振動を形成する第1の曲げ振動モードと、該弾性体の短辺に平行な2本の節をもつ曲げ振動を形成する第2の曲げ振動モードであることを特徴とする超音波モータ。

【請求項3】 請求項2において、第2の曲げ振動モードで形成される2つの節位置で、かつ該2つの節位置と該第1の曲げ振動モードで形成される節位置との交点位置に突起部を設けたことを特徴とする超音波モータ。

【請求項4】 請求項2において、第2の曲げ振動モードで形成される2つの節位置で、かつ振動弾性体の縁部に突起部を設けたことを特徴とする超音波モータ。

【請求項5】 請求項3において設けられる突起部に加えて、第2の振動モードで形成される節位置の中間位置で、かつ振動弾性体の縁部に突起部を設けたことを特徴とする超音波モータ。

【請求項6】 請求項1において、2つの曲げ振動モードは、円板形状の振動弾性体の平面に対し、互いに直交する方向に形成される曲げ振動で、該振動弾性体の中心位置に突起部を設けたことを特徴とする超音波モータ。

【請求項7】 請求項1において、突起部は振動弾性体の両面に形成していることを特徴とする超音波モータ。

【請求項8】 板状に形成された振動弾性体に、固有振動数が略等しく方向の異なる2つの曲げ振動モードを励起するための電気―機械エネルギー変換素子を、該2つの曲げ振動の合成により該振動弾性体の所定の質点に形成される円又は楕円運動を拡大するために該振動弾性体に設けられた突起部に接合し、該突起部を駆動に供する構成とした振動子を有することを特徴とする超音波モータ。

【請求項9】 レール部を有する部材と、振動弾性体に接合される電気―機械エネルギー変換素子を駆動することにより、該振動弾性体に円又は楕円運動を生じさせる面外振動又は面内振動、あるいは面内振動及び面外振動を励起する振動子とを有し、該振動子に励起される円又は楕円運動の生じる駆動面を該レール部に加圧手段を介して加圧接触させ、該部材と該振動子とを予定移動方向に相対移動させる超音波モータであって、該振動子は、予定移動方向と互いに直交する2方向において、互いに相反する方向に加圧力を受けて該レール部と接触する駆動面を有することを特徴とする超音波モータ。

タ。

【請求項10】 請求項9において、振動弾性体は板状に形成され、該振動弾性体の両面に、予定移動方向に沿った両側部に面外振動を励起する突起部と面内振動を励起する突起部とを並設すると共に予定移動方向の前後に設けたことを特徴とする超音波モータ。

【請求項11】 請求項9において、振動弾性体は、板状に形成され、横断面の対角部に面外振動を励起する突起部と、面内振動を励起する突起部とを予定移動方向に沿って隔設したことを特徴とする超音波モータ。

【請求項12】 請求項9において、振動弾性体は横断面が略L字形の板部材により形成され、一方の片の縁部に面外振動を励起する突起部を両面に対称に配置すると共に、他方の片の縁部に面内振動を励起する突起部を両面で、かつ予定移動方向の前後に設けたことを特徴とする超音波モータ。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【産業上の利用分野】本発明は超音波モータに係り、特に振動子を構成する弾性体を板状としたリニア用の超音波モータに関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、リニア用の超音波モータとしては、その振動子の形状から分類すると、以下のようなのが提案されている。

【0003】(1)長楕円形状の振動子を構成する弾性体に進行波を励起し、該弾性体の直線部をレール状の固定子に当接し、該弾性体を該固定子に沿って直線的に移動させる形状で、特開平3-183376号、特開平3-183381号、特開平3-289370号、等に開示されている。

【0004】(2)棒形状の振動子を構成する弾性体に互いに直交する2つの曲げ振動を形成し、両曲げ振動の合成により振動子の先端部に面外モードの進行波を形成し、該進行波の形成される駆動面に加圧接触した部材を移動させるタイプで、例えば特開平4-29574号、特開平4-29575号、特開平4-91668号等に開示されている。

【0005】(3)平板状に形成された振動子の弾性体に対し、曲げ振動と縦振動を励起するタイプで、図11に基づいて説明する。

【0006】100は板状の弾性体で、片面側に圧電素子101、102が接合されている。一方の圧電素子101に交流電圧を印加すると、弾性体100には曲げ振動が励起され、他方の圧電素子102に交流電圧を印加すると、弾性体100には長さ方向において伸縮する縦振動が励起されるようになっている。そして、一方の圧電素子101には弾性体100に対して曲げ4次モードで振動を励起するように交流電圧が印加され、また他方の圧電素子102には弾性体100に対して縦振動1次

モードで振動が励起されるように交流電圧が印加されると共に、一方の圧電素子101に印加される交流電圧に対して90°の位相差を有して他方の圧電素子102に交流電圧が印加される。なお、弾性体100は、長さ50.1mm、厚さ3.0mmの寸法に形成され、曲げ4次モードと縦振動1次モードの2つのモードの固有振動数が一致するように設計されている。

【0007】このように構成した振動子において、両圧電素子に時間的位相差の異なる(略90°)交流電圧を印加することにより、弾性体100には、楕円又は円、直進運動が生じ、特に長手方向端部には、面内、面外振

幅が共に大きい楕円が生じ、この部分に物体を押圧すれば、振動子と該物体とが長手又は面外方向に沿って相対移動する。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】上述した3タイプの超音波モータに対し、夫々以下に述べるような欠点が指摘されている。

【0009】1)長楕円形状の振動子で構成される超音波モータ薄肉化には有利という利点を有する反面、リニア駆動のために利用する部分が直線部のみであり、しかも片側の直線部のみであるため、振動子全体の有効利用が図れず、したがって、リニア駆動に供しない部分が大きく、またスペース的にも無駄が多い。

【0010】2)棒状振動子で構成される超音波モータは、振動子が直線移動方向に対して直交する方向に延びているため、その分スペース上不利となる。

【0011】3)板状振動子で構成される超音波モータは、上述した棒状振動子に比べて直線移動方向に直交する方向への厚みが薄いため、スペース的には非常に有利ではあるが、板状弾性体に対して2つの異なったモード(曲げ4次モードと縦1次振動モード)で振動を励起しているため、これら両モードの固有振動数、力係数、内部減衰等を一致させるのが困難であり、実用化の点で問題がある。

【0012】特に、2つのモードの力係数や内部減衰が異なるため、該2つのモードを比べると、

- a) 入力電圧と振幅の比
- b) 加圧した時の固有振動数の変化量
- c) 推力を加えた時の固有振動数の変化量
- d) 加圧した時の損失増加量
- e) 推力を加えた時の損失増加量

が異なり、効率の良いモータを構成することが困難であった。

【0013】また、超音波モータをリニア駆動する場合、予定移動方向を除く他の自由度を拘束する必要がある、摩擦駆動力を得るために設けられている加圧機構を拘束する必要がある。

【0014】そのため、ベアリング、ボールネジ等の支持拘束手段を別に必要とし、構造の複雑化等の問題があ

った。

【0015】本発明は上記した問題を解決し、省スペース化を略れ、またベアリング等の他の拘束手段を不要とした超音波モータを提供することを目的とする。

【0016】

【課題を解決するための手段および作用】本発明の目的を実現する構成は特許請求の範囲の各請求項に記載した通りであり、例えば請求項1に記載の構成においては、振動弾性体が平板状であり、駆動のための2つの駆動モードは共に曲げモードで、振動弾性体に生じる円又は楕円運動の駆動用の例えば面外振動の取り出しは、振動弾性体に設けた突起部により行える。2つの振動モードが共に曲げモードであることから、両モードの固有振動数は振動弾性体の寸法を設定するだけで略一致させることができ、図11の従来例のように、固有振動数、力係数、内部減衰等が大幅に異なることはない。

【0017】振動するのはあくまでも板状の振動弾性体であり、所望するトルク等に応じて突起部の長さを設定することができ、棒状超音波モータのように、駆動方向以外の方向に大きなスペースを要することもない。

【0018】また、請求項9に記載の構成によれば、例えば移動体を振動子とする場合、予定移動方向に対して摩擦駆動力を発生させる突起部は、予定移動方向と互いに直交する他の2方向に対して振動子を拘束する拘束手段を兼ねているため、別に軸受手段を設けることを不要とする。

【0019】

【実施例】図1は本発明による超音波モータの第1実施例を示す振動子の概略斜視図である。

【0020】1は矩形平板形状に形成された弾性体で、円環状超音波モータの振動子を構成する弾性体や、棒状超音波モータの振動子を構成する弾性体と同様の金属材料より形成され、片面側には第1の変位拡大部2aと第2の変位拡大部2bがZ方向に突出し、裏面側には圧電素子3が接合されている。なお、弾性体1の長手方向をX方向、短辺方向をY方向、厚み方向をZ方向とする。

【0021】本実施例において、弾性体1には、図2の(a)に示すように、X方向における中央と、Y方向における中央を同時に節位置とするX、Y、Zの3次元において変曲げ変位する第1曲げモードと、図2の(b)に示すように、X方向における両端から夫々内側に約1/4の位置を節位置とするXZ平面内において曲げ変位する第2曲げモードの2つの曲げ振動が励起されるようにしている。

【0022】この第1の曲げモードと、第2の曲げモードは、圧電素子3における第1の曲げモード用圧電素子(以下A相圧電素子と略す)3Aと、第2の曲げモード用圧電素子(以下B相圧電素子と略す)3Bに交流電圧を印加することにより形成されるが、そのための圧電素子3の構成を図12に示す。

【0023】図12の(a)は、A相圧電素子3Aと、B相圧電素子3Bとを別々の素子として形成し、グランド用電極板を挟んで積層構造としたものであり、前述した弾性体1における第1曲げモードのX方向の節位置とY方向の節位置に対応した直線部分 X_1 、 Y_1 を境界として、対角の部分と同極とする分極処理が施されている。

【0024】又、B相圧電素子3Bは、異極の分極処理は行わず、(+)の分極処理のみを施している。

【0025】図12の(b)は、一枚の圧電素子3に、A相圧電素子3AとB相圧電素子3Bとを組合わせて分極処理を施した場合を示し、A相圧電素子3Aについては図12の(a)に示す場合と同様にして中央部に形成され、B相圧電素子3Bについては(+)方向に分極処理を施した部分を長辺側の上下に夫々設けることにより形成している。

【0026】A相圧電素子3Aに正弦波又は方形波等の交流電圧 V_A を印加すると、弾性体1には図2の(a-1, a-2)に示すように、節位置 X_1 を中心として上下の長辺に形成される曲げ振動が逆位相となると共に、節位置 Y_1 を中心として左右の短辺に形成される曲げ振動が逆位相となる。

【0027】したがって、第1の変位拡大部2aと第2の変位拡大部2bとを節 Y_1 上に配置すると共に、節 X_1 に対してその両側に配置することにより、節 Y_1 を基点として第1の変位拡大部2aと第2の変位拡大部2bとはY方向に逆位相で振動することになる。

【0028】また、B相圧電素子3Bに交流電圧 V_B を印加すると、弾性体1には図2の(b-1, b-2)に示すように、長辺に沿って単純な一次の曲げ振動が励起される。

【0029】したがって、第1の変位拡大部2aと第2の変位拡大部2bとは、夫々節 X_2 、 X_3 を基点としてX方向に逆位相で振動することになる。

【0030】以上のことから、A相圧電素子3Aに印加する交流電圧 V_A と、B相圧電素子3Bに印加する交流電圧 V_B との位相差を 90° として同時に印加すると、第1の変位拡大部2aと第2の変位拡大部2bの先端部の変位は、 180° の位相のずれを有してX-Y平面内で円又は楕円運動となる。

【0031】したがって、第1の変位拡大部2aの斜線で示す先端部側面5aと、第2の変位拡大部2bの斜線で示す先端部側面5bに物体(不図示)を押圧すれば、該物体と該振動子とはX方向に沿って相対的に直線移動することになる。なお、交流電圧 V_A と V_B との振幅は必ずしも等しくする必要はない。

【0032】また、第1の曲げモードと第2の曲げモードとは、共に低次の曲げモードではあるが、図2の(a)、(b)に示すようにモード形状が異なるため、一般に両曲げモードの固有振動数は一致しないが、長辺

と短辺との比を選択することによって、両曲げモードの固有振動数を管理することができ、本実施の場合には約8:5とすることで両曲げモードの固有振動数を一致させることができた。

【0033】ところで、振動子に安定した駆動振動を励起させるためには、振動状態を検出し、フィードバック制御により駆動周波数、位相等を変化させるのが望ましく、図12の(c)は、同図の(a)に示すA相圧電素子3Aに振動検出のためのセンサ相3Sを設けた例を示し、図12の(d)は同図の(b)に示す圧電素子3にセンサ相3Sを設けた例を示している。

【0034】なお、上記した第1実施例にあっては、弾性体1に接合される圧電素子3を変位拡大部と反対側に設けたが、該変位拡大部と同じ面に設けてもよい。

【0035】図16は上記した第1実施例の変形である第2実施例を示す。

【0036】上記した図1に示す第1実施例においては、第1の変位拡大部2aと第2の変位拡大部2bとを 180° の位相ずれを有して面外モードにより円又は楕円運動させるために、第1の曲げモードを3次元的に変位させており、そして、この変位を得るためにA相圧電素子3Aを図12の(a)に示す分極処理を施しているが、歪みの生じる他の部分に圧電素子を設けて曲げ振動を励起しても、上記2つのモードは励起され、第1の変位拡大部2aと第2の変位拡大部2bとは、同様にその先端部が位相の 180° 異なる円又は楕円運動する。

【0037】従って、弾性体1に対して第1の曲げモードと第2の曲げモードを励起するために、第1実施例のように圧電素子3を弾性体1に直接貼り付けることは必ずしも要しない。

【0038】本第2実施例は図16の(a)に示すように、第1の変位拡大部2aにA相圧電素子3Aを挟持固定し、第2の変位拡大部2bにB相圧電素子3Bを挟持固定したものであり、図16の(b)に示すように、本実施例におけるA相圧電素子3Aは、節 Y_1 を境として上下方向で異なる極性に分極処理が施され、B相圧電素子3Bは節 X_3 を境として左右方向に異なる極性に分極処理が施されている。A相圧電素子3Aに交流電圧 V_A を印加すると、弾性体1は十文字状に節をもつ曲げ振動を行い、B相圧電素子3Bに交流電圧 V_B を印加すると弾性体1は長辺方向において曲げ振動する。したがって、電圧 V_A と電圧 V_B とを 90° の位相差を有して夫々の圧電素子3A、3Bに印加すれば、その合成により変位拡大部2aと2bの先端部は円又は楕円運動する。その際、両変位拡大部の変位方向は、第1実施例のように、 180° の位相差を有する。

【0039】ここで、変位拡大部2a、2bに圧電素子を挟持固定する、ということに着目すれば一見棒状超音波モータにおける棒状振動子と同様の構成に思えるが、棒状振動子はいくまでも棒状の弾性体に曲げ振動を励起

するのに対し、本実施例は変位拡大部 2 a, 2 b を曲げ振動させるのではなく、板状の弾性体 1 に曲げ振動を励起させるようにした点において異なるものである。

【0040】図 3 は本発明の第 3 実施例を示す振動子の概略斜視図である。

【0041】本実施例は、図 1 に示す第 1 実施例における 2 枚構成の A 相圧電素子 3 A を矩形平板状の弾性体 1 の片面側に接合し、B 相圧電素子 3 B を弾性体 1 の他面側に接合し、図 2 に示す 2 つの曲げ振動を弾性体 1 に励起するようにしている。

【0042】また、弾性体 1 には、第 1 実施例における第 1 の変位拡大部 2 a と第 2 の変位拡大部 2 b に加えて、弾性体 1 の他面側に、第 1 の変位拡大部 2 a と対称となる位置に第 3 の変位拡大部 2 c が設けられると共に、第 2 の変位拡大部 2 a と対称となる位置に第 4 の変位拡大部 2 d が設けられている。

【0043】以上の構成を有する本実施例の振動子において、第 1 の変位拡大部 2 a と第 2 の変位拡大部 2 c とは第 1 の曲げモードにおよび第 2 の曲げモードとも 180° の位相ずれを有し、同様に第 2 の変位拡大部 2 b と第 4 の変位拡大部 2 d も 180° の位相ずれを有する。

【0044】すなわち、第 1 の変位拡大部 2 a と第 4 の変位拡大部 2 d の先端の X-Z 面における斜線で示す側面 5 a, 5 d は、いずれも X-Y 平面内で同位相で楕円運動を行い、また、第 2 の変位拡大部 2 b と第 3 の変位拡大部 2 c の先端部の X-Z 面における斜線で示す側面 5 b, 5 c も X-Y 平面内で同位相で楕円運動を行うので、第 1 実施例と比べて振動子と、該振動子が加圧接触する部材との接触面積を大きくすることができ、耐久性、リニア駆動の安定性に秀れている。

【0045】図 4 は第 4 実施例を示す振動子の概略斜視図である。

【0046】本実施例は、弾性体 1 に図 12 の (a) に示す A 相圧電素子 3 A と B 相圧電素子 3 B を接合し、第 1 実施例と同様の第 1 の曲げモードと第 2 の曲げモードとを励起させるが、第 1 実施例とは弾性体 1 の片面側 4 箇所に設ける変位拡大部の設置位置が異なる。

【0047】第 1～第 4 の変位拡大部 2 a～2 d は、弾性体 1 の長辺部の上下端に配置されると共に、B 相圧電素子 3 B にて励起される曲げ振動の節 X_2 , X_3 の位置に夫々配置される。

【0048】A 相圧電素子 3 A を駆動して弾性体 1 に第 1 の曲げモードの振動が励起されると、第 1 の変位拡大部 2 a と第 4 の変位拡大部 2 d とは同位相で、また第 2 の変位拡大部 2 b と第 3 の変位拡大部 2 c とは同位相で、かつ第 1 の変位拡大部 2 a とは逆位相で Z 方向に振動する。すなわち、第 1～第 4 の変位拡大部は弾性体 1 の長辺に沿って振動する曲げ 1 次モードの振動の腹位置に配置されていることによる。

【0049】一方、B 相圧電素子 3 B を駆動して弾性体

1 に第 2 の曲げモードの振動を励起すると、第 1～第 4 の変位拡大部 2 a～2 d は図 4 の (c) に示すように、節 X_2 , X_3 を基点とした X 軸方向の振動を行う。

【0050】したがって、第 1 の曲げモードと第 2 の曲げモードとで 90° の位相差を有して合成すれば、第 1～第 4 の変位拡大部 2 a～2 d の斜線で示す先端面 5 a～5 d は、Z-X 平面内において楕円運動（以下、平板面を規準とし、平板面内（X-Y 面内）方向を面内、Z 方向を含む上記の振動状態を面外振動と称す）する。よって、これら第 1～第 4 の変位拡大部 2 a～2 d の先端面 5 a～5 d に物体（不図示）を押圧すれば、振動子と該物体とは X 方向に沿って相対移動する。

【0051】図 5 は第 5 実施例を示す振動子の概略斜視図である。

【0052】本実施例は、図 1 に示す第 1 実施例における面内振動と、図 4 に示す第 4 実施例における面外振動とを組み合わせると共に、弾性体 1 の両面に変位拡大部を設けたものである。

【0053】第 1 の変位拡大部 2 a は、第 1 の曲げモードの節 X_1 の位置で、かつ長辺の上端に配置され、第 2 の変位拡大部 2 b と第 3 の変位拡大部 2 c は、第 1 の曲げモードの節 Y_1 上であって、第 2 の曲げモードの節 X_2 , X_3 上に配置されている。

【0054】ここで、第 2 の変位拡大部 2 b と第 3 の変位拡大部 2 c とは、第 1 実施例で述べたようにその側面が面内モードで振動する。

【0055】第 1 の変位拡大部 2 a は、第 1 の曲げモードにおいては節 X_1 を基点として X 軸方向の振動であり、第 2 の曲げモードでは Z 方向の振動であるため、両曲げモードの合成により Z-X 平面内で楕円運動を生じる面外モードの振動となる。

【0056】上記した構成の振動子を X 方向を予定移動方向とするリニア超音波モータとして使用する場合、面内、面外の両振動モードで形成される楕円運動の運動方向が一致する必要がある。そのため、第 2 の変位拡大部 2 b と第 3 の変位拡大部 2 c は、下面の側面 5 b, 5 c を駆動面とし、物体と加圧接触させるようにしている。

【0057】なお、反対面側に対称に配置された変位拡大部は、対応する変位拡大部に対して 180° の位相差を有して面外、面内のモードで楕円運動する。

【0058】上記した構成の本実施例による振動子は、第 1 の変位拡大部 2 a は Z 方向に押圧面を有し、第 2 の変位拡大部 2 b と第 3 の変位拡大部 2 c は Y 方向に押圧面を有する、すなわち異なる方向に押圧面を有するため、振動子と、該振動子と加圧接着して X 方向に相対移動する部材とのガイドを行う軸受等の手段を減少することができる。

【0059】ところで、上記した第 1～第 5 実施例において、振動子の変位拡大部が加圧接触して相対移動する部材との接触部において、該変位拡大部又は該部材の一

10

20

30

40

50

方、又は双方にバネ性を有する構造とし、振動変位の追従性を良好とし、効率よく摩擦接触させるようにしており、図5の第5実施例における振動子の変位拡大部にバネ性を有するツバ（以下ツババネと略す）を設けた実施例を図6に示す。

【0060】図6に示す第6実施例において、第1の変位拡大部2aは、先端部が逆L字形状に形成されたツババネ4aの先端面に駆動面5aが形成されている。また、第2の変位拡大部2b、第3の変位拡大部2cは、先端部が「形状のツババネ4b、4cの下向先端面に駆動面5b、5cが形成されている。

【0061】このようなツババネ4a、4cは、振動子の励振周波数に十分追従し得るような動特性を有し、かつ押圧力によって1周期の半分以下の時間に渡って相対移動する物体と接触し続けるような変位が得られるような動剛性を有するように設計されている。

【0062】そして、このツババネにより、振動子と該物体とは間欠的で安定した接触を行うことができる。なお、図示した形状のツババネは一例であり、上記の動特性を満たせばいかなる形状であってもよく、振動子、該物体のいずれに設けてもよい。

【0063】図7は第7実施例を示す振動子の概略斜視図、図8はモード図である。

【0064】上記した第1～第6実施例は、矩形平板状の弾性体1に対し、共に1次の第1の曲げモードと第2の曲げモードの振動を励起し、変位拡大部の配置位置等により、リニア駆動のために面外モード又は面内モード、あるいはこれらを組合せている。

【0065】これに対し、本実施例は、弾性体1を正方形板とし、縮退する最低次モードを用いる例である。

【0066】正方形板の弾性体1には、上記した各実施例と同様にA相圧電素子3AとB相圧電素子3Bとが接合され、A相圧電素子3Aを駆動して得られる振動モードを図8の(a)に示し、B相圧電素子3Bを駆動して得られる振動モードを図8の(b)に示す。

【0067】図8の(a)に示す第1の曲げ振動モードは、X軸方向に沿って平行な2つの節(Y_2 , Y_3)と、Y軸方向に沿って1つの節(X_1)を形成する振動モードである。また、図8の(b)に示す第2の曲げ振動モードはX軸方向に沿って1つの節(Y_1)と、Y軸方向に沿って平行な2つの節(X_2 , X_3)を形成する振動モードである。

【0068】すなわち、第1の曲げ振動モードは、X軸方向における節線数をm、Y軸方向における節線数をnとすると、 $(m, n) = (2, 1)$ であり、同様に第2の曲げ振動モードは、 $(m, n) = (1, 2)$ の関係にある。

【0069】したがって、これらの2つのモードの異なる方向の振動を合成すれば、上記した各実施例と同様に所望の楕円運動が得られる。本実施例では、第1、第2

の曲げモードにおいて節となる部分に変位拡大部2a, 2bを設け、X-Y方向の振動を合成して面内振動モードを利用して、駆動面5a, 5bによりリニア駆動を行うようにしている。

【0070】上記した構成の実施例においては、弾性体1が正方形であるため、第1の曲げ振動モードと第2の曲げ振動モードとの固有振動数、力係数等を略一致させることができるという効果が得られる。

【0071】図9は第8実施例を示す振動子の斜視図である。

【0072】本実施例は、弾性体1を円板に形成し、中心に変位拡大部2を形成し、弾性体1に接合されるA相圧電素子3AはX軸方向の直径部分を境として異極に分極処理が施され、円板状の弾性体1に対してX方向の直径部を節 Y_1 とすると共に円周の節 R_1 を有する曲げ振動を励起する。また、B相圧電素子3BはA相圧電素子3Aに対して同形状のものを 90° の位相をずらして配置され、円板状の弾性体1に対してY方向の直径部を節 X_1 とすると共に円周の節 R_1 を有する曲げ振動を励起する。

【0073】そして、これら2つの振動を 90° の位相差を有して形成することにより、その合成で変位拡大部2にX-Y平面内で楕円運動を発生させ、バネツバ部を有する変位拡大部2の下向先端面を駆動面5としてリニア駆動に供することができるようにしている。

【0074】図13は第9実施例を示す超音波モータの概略斜視図である。

【0075】本実施例は、図1に示す第1実施例における振動子を移動体とするリニア超音波モータで、予定移動方向に延びるレール状固定子6には、ツババネ4を介して接触部が形成され、振動子の第1変位拡大部2aと第2変位拡大部2bの先端部下側面が該レール状固定子6の接触部に矢印8方向の加圧力を受けて加圧接触するようになっている。

【0076】なお、第1実施例の説明において、変位拡大部の先端部上側面を駆動面としているが、下側面であっても向きが異なるのみで、同様の駆動力が得られる。

【0077】振動子には支持部材7が取り付けられ、この支持部材7に被駆動体9が固定されるようになっている。

【0078】図14は第10実施例を示す超音波モータの概略斜視図である。

【0079】本実施例は、図3に示す第3実施例における振動子を移動体とするリニア超音波モータで、振動子は弾性体1の両側に変位拡大部2a～2dを有しているため、これに合わせてレール状固定子6は断面U字形状に形成され、その両側部の上面でツババネ4を有する変位拡大部2a～2dが加圧接触するようになっている。

【0080】レール状固定子6の両側部上面は、予定移動方向に沿って段差が形成され、一段低くなって外側面

を接触面6aとし、該段差と振動子の変位拡大部との係合により振動子の予定移動方向へのガイドを行なっている。

【0081】図15は第11実施例を示す概略図である。

【0082】本実施例は図6に示す第6実施例の振動子を移動体としたもので、レール状固定子6は、Y軸方向において第2の変位拡大部2b、2cと当接するフランジバネに形成された第2の接触部6bと、Z軸方向において第1の変位拡大部2aと当接する第1の接触部6aとが夫々対をなして対称に形成されている。すなわち、移動体である振動子は、第1、第2の接触部6a、6bに変位拡大部が当接することによりY軸およびZ軸方向の移動が拘束され、予定移動方向であるX軸方向に移動できることになる。

【0083】振動子には支持部材7を介して被駆動部材9が固定され、被駆動部材9はX方向に延びる案内ロッド10に嵌合案内されるようになっており、この案内ロッド10の両端部に設けたバネ8により振動子を上方に向けて付勢するようにし、振動子をレール状固定子6の接触部に加圧接触させるようにしている。

【0084】なお、第1の変位拡大部2aと第1の接触部6aとは僅かなテーパ面に形成され、振動子が上方に付勢される付勢力の分力がZ軸方向に加わるようにし、第1の変位拡大部2aが第1の接触部6aに加圧接触できるようにになっている。

【0085】上記した図15に示す第11実施例は、振動子のY軸方向における拘束は、第2の変位拡大部2b、2cと第2の接触部6bとが当接すること、および案内ロッド10に被駆動体9が嵌合することによりなされているが、この構成では案内ロッド10と被駆動体9とからなる軸受手段が別に必要となる。

【0086】しかし、板状弾性体の両側に突設した変位拡大部に励起する振動について、Z-X平面で生じる楕円運動を用いた面内振動モードと、X-Y平面で生じる楕円運動を用いた面外振動モードの組合せ、および固定子の形状、加圧機構等の構成によっては、別に軸受手段を設けることなくリニア超音波モータを得ることができる。

【0087】図17は、このようなベアリングレス構造のリニア超音波モータを構成する振動子を示す第12実施例の概略斜視図である。

【0088】弾性体20は、上述の各実施例と同様に板状に形成され、予定移動方向であるX方向に延びる両長辺の端に面外振動モードの楕円運動が励起される面外振動用突起部21a～21dが両面に対称に形成され、該面外振動用突起部21a～21dの内側に面内振動用突起部22a～22dが両面に形成されている。

【0089】弾性体20の両面にA相圧電素子23AとB相圧電素子23Bが接合され、A相圧電素子23Aに

交流電圧を印加すると、弾性体20は図18(a)に示すように X_1 、 X_2 、 X_3 を節位置とするX軸方向に沿った曲げ振動を行う。またB相圧電素子23Bに交流電圧を印加すると、図18の(b)に示すように、 Y_2 、 Y_3 を節位置とするY軸方向に沿った曲げ振動を行う。ここで、面内振動用突起部22aと22bとは節 Y_2 の位置に合わせて設けられ、反対側の面内振動用突起部22cと22dとは節 Y_3 の位置に合わせて設けられ、面外振動用突起部21aと21dおよび面内振動用突起部22aと22dは節位置 X_2 に合わせて設けられ、面外振動用突起部21bと21cおよび面内振動用突起部22bと22cとは節位置 X_3 に合わせて設けられている。

【0090】なお、24は節 X_1 、 Y_2 、 Y_3 の位置に設けられた支持ピンを示している。

【0091】このような振動を励起する圧電素子の分極パターンとしては、図17に示すように弾性体20の両面にA相圧電素子23AとB相圧電素子23Bを設ける場合は図19の(a)に示すパターンが一例として挙げられ、1枚の圧電素子23にA、B両相の圧電素子を設ける場合には図19の(b)に示すパターンが一例として挙げられる。

【0092】A相圧電素子23AとB相圧電素子23Bには 90° の位相差を有する交流電圧 V_A 、 V_B が印加され、面外振動用突起部21a～21d、面内振動用突起部22a～22dは図20に示す楕円運動が形成される。なお、A相圧電素子23Aに交流電圧 V_A を印加して弾性体20と曲げ振動させるAモードと、B相圧電素子23Bに交流電圧 V_B を印加して弾性体20を曲げ振動させるBモードの固有振動数が等しくなるように、弾性体20の縦横比を設定している。

【0093】また、図19の(a)に示す圧電素子においては、両端でBモード、中央付近でAモードを励起し、センサ相23Sで変換されたAモード振幅の信号をフィードバック制御に用いている。

【0094】なお、A相、B相の面積比を変えることにより、入力電力に対する振動振幅の比を変えることができる。

【0095】図20は、弾性体20に図18に示すA、B両モードの振動が励起された時の面外振動用突起21a～21d、面内振動用突起部22a～22dに生じる楕円運動の軸跡を示し、同図の(a)は平面図、同図の(b)は(a)のB矢視図、同図の(c)は(a)のC矢視図を示している。なお、片面の各突起部21a～21d、22a～22dの一点について符号a～hを用いており、対応する他面側に各突起の一点については'を付している。

【0096】面外振動用突起部21a～21dの各点a、e、d、hでは、X-Z平面から僅かにY方向に傾斜した面内の楕円運動が生じ、この楕円運動の方向は、

線 L_1 を境にして左右(Y方向の左右)の突起部において逆向となり、また線 L_2 を境にして上下(Z方向)の突起部においては 180° の位相ずれを有して逆向となっている。

【0097】また、面内振動用突起部22a~22dの各点b, f, c, gでは、X-Y平面内の楕円運動が夫々生じ、線 L_1 を境にして左右(Y方向の左右)の突起部において逆向となり、対応する反対側の突起部においては 180° の位相ずれを有して同じ向となっている。

【0098】図21は上記した振動子を移動体とした場合のレール状固定子の構成を示している。

【0099】このレール状固定子25は、2分割形式に形成され、レール部の形成された対向する内面形状を対称形状としたもので、一方の固定子部25Aと他方の固定子部25Bとはその両端部に弾装したバネ26により互いに向き合う方向にバネ付勢されている。

【0100】固定子部25Aと固定子部25Bの内面には、Z方向に突設する凸部27が形成されると共に、Y方向両側部にZ方向に延びるバネフランジ31が形成され、面外振動用突起21a~21dがバネフランジ31に対してX-Y面内で接触し、駆動力を発生すると共に、±Z方向の拘束も行なっている。

【0101】また、弾性体20の同じ面内で線 L_1 を挟んで対向する面内振動用突起部22aと22dの面間距離は、レール部をなす凸部27の幅よりも僅かに大きくし、面内振動用突起部と凸部27とはX-Z面内で接触し、±Y方向の支持拘束の役割を果たす。

【0102】すなわち、図21において、点a, d等の面外振動用突起部が主にリニア駆動に供され、点b, c等の面内振動用突起部は主としてY方向における拘束を行う手段として機能するが、凸部27の接触面と加圧接触した場合には、リニアの送り速度が面外振動用突起部による送り速度と略等しいため、摺動損失を極めて小さくすることが可能となる。

【0103】なお、面内振動用突起部を凸部27に加圧接触させ、面外振動用突起部と共に駆動に供するようにしてもよく、また、面外振動用突起部を±Z方向における拘束を行う手段として主に機能させ、面内振動用突起部を主にリニア駆動に供するようにしてもよい。

【0104】上記した構成により、移動体である振動子はレール状固定子25のレール部に沿ってX方向に移動するが、振動子に設けられている支持ピン24には、例えば図22に示すように被駆動体28が支持部材29を介して取付けられるようになっている。

【0105】図22の(a)は、図21の(a)に示すB-B断面で、支持ピン24は前述したように、A, B両モードの節となる位置に配置され、支持ピン24と支持部材29とは振動子の駆動振動によって、該駆動振動の振動が励起されることがないようにするため、固有振動数が振動子の固有振動数と十分に離れるようになされ

ている。

【0106】また、本実施例においては、図23の(a)に示すように、レール状固定子25のレール部にはY方向に変位できるバネフランジ31を形成し、面外振動用突起部にはZ方向に変位できるツババネ30を形成しているが、図23の(b), (c)のように、一方にのみツババネ30又は31を設けてもよく、また図23の(d)のように、固定子部25AにはZ方向に変位できるバネフランジ31Z、面外振動用突起部にはY方向に変位できるバネフランジ30Yを設けてもよい。例えば、図23の(b)に示すように、突起部にのみツババネを設ける構成ではレールの加工が容易となり、逆に(c)のように固定子部25Aにのみツババネ31を設ける構成では振動子の加工が容易となる。

【0107】図24は第13実施例を示す概略斜視図である。

【0108】本実施例は、レール状固定子25に、振動子が常時載置される形式で、振動子は図20に示す振動子が両側に面外、面内振動用突起部を有するのに対し、載置側である片側にのみ同様に面外、面内振動用突起部を配置した構成としている。そして、振動子に上向きに設けた支持ピン24を介して被駆動体(不図示)が取付けられ、この被駆動体の自重が振動子に作用する。

【0109】すなわち、被駆動体の自重が加圧力となるので、振動子に対するZ方向反対側からの拘束は不要となる。なお、本実施例においても、支持ピン24はA, B両モードの振動の節の位置、ここでは面内振動用突起部に対応した位置となっている。

【0110】図25は第14実施例を示す概略断面図である。

【0111】上記した図21の第12実施例では、図20に示す振動子保持し、X方向に案内するためのレール状固定子25を構成する2分割形式の固定部25A, 25Bは両端に設けたバネ26により互いに向き合う方向に付勢され、振動子の突起部とレール部とを所定の加圧力で接触させるようにしているが、本実施例では、フレーム25c内に振動子の片面側に形成された突起部と接触するレール部25dをゴムやバネ等の弾性変形する部材26aを介装して配置し、該部材26aにより加圧力を生じるようにしている。

【0112】図26は第15実施例を示す。

【0113】本実施例は、図21に示す第12実施例の変形例で、対向する固定子部25Aと25Bの片側に予定移動方向に沿って板バネ26bを配置して、両固定子部を板バネ26bに取付け、振動子を装着しない状態では、図26の(b)に示すように他側の対向距離を狭くし、図26の(a)に示すように振動子を装着した状態では両固定子部25Aと25Bとが平行となるようにしている。

【0114】したがって、振動子と固定子部とはZ方向

に均一な加圧力が加わることになる。

【0115】図27～図29は第16実施例を示す。

【0116】本実施例は、板状の弾性体41の横断面方向にA相圧電素子43AとB相圧電素子43Bとを配し、A相圧電素子43Aを駆動すると、図27の(b)に示すように、X-Y平面内で弾性体41の1次の曲げ振動が行なわれ、B相圧電素子43Bを駆動すると図27の(c)に示すように、Z-X平面内で2次の曲げ振動が行なわれるようにしており、A相圧電素子43AとB相圧電素子43Bの分極パターンを図28に示す。

【0117】弾性体41には、1次曲げ振動のAモードと、2次曲げ振動のBモードの各節位置に合わせて突起部42a、42b、42c、42d、42fが図27に示すように配置されている。

【0118】A相圧電素子43AとB相圧電素子43Bに、周波数を等しくして90°の位相ずれを有する交流電圧を印加すると、突起部42a、42c、42d、42fにはX-Y平面内の楕円運動が生じ、突起部42b、42eにはX-Z平面内の楕円運動が生じる。なお、突起部42a、42c、42d、42fは面外振動、突起部42b、42eは面内振動を利用するものであり、その楕円運動の発生原理等については前述した各実施例と同様であるため、ここではその説明は省略する。

【0119】図29は、図27に示す振動子を予定移動方向であるX方向に移動案内する固定子に装着した状態を示す断面図である。

【0120】弾性体41に形成された突起部は、弾性体41の対角線上に配置されているため、固定子も2分割構成とし、一方の固定子部45Aと他方の固定子部45Bとをバイアスパネ46により互いに向い合う方向に付勢している。固定子部45Aと固定子部45Bには、上記した面外振動を駆動に用いる突起部と加圧接触するためのレール部47と、上記した面内振動を駆動に用いるレール部48とが夫々ツバパネ構造で形成されている。

【0121】図30および図31は第17実施例を示す。

【0122】本実施例は、振動子を構成する弾性体51を断面L字形の板状とし、このL字板弾性体51の片面側には、別体あるいは一体構成のA相、B相の圧電素子53が接合されている。

【0123】A相圧電素子を駆動すると、L字板弾性体51は図30の(b)に示すAモードの曲げ振動を行い、B相圧電素子を駆動すると、L字板弾性体51は図30の(c)に示すBモードの曲げ振動を行う。なお、A、B両モードの固有振動数は、弾性体51の寸法設定により略等しくできる。

【0124】弾性体51には、Aモードの節位置に合わせて突起部52a、52b、52c、52d、52e、52fが図30の(a)に示すように形成され、両A、

Bモードの振動を90°の位相差を有して形成すると、対をなす突起52aと52bにはX-Y平面内で楕円運動が生じ、対をなす突起52cと52d、52eと52fにはX-Z平面内の楕円運動が生じる。

【0125】図31は、図30に示す振動子を固定子に装着した状態を示す断面図である。固定子は3分割構成に形成され、第1の固定子部55Aに対し、バネ56を介して第2の固定子部55Bと第3の固定子部55cとが互いに向い合う方向に付勢されて取付けられている。そして、第1、第2、第3の各固定子部にはツバパネ構造のレール部57が夫々形成されている。

【0126】以上説明した各実施例の超音波モータは、直線駆動用としての利点が大きく、例えばバブルジェットプリンタ等の印字ヘッドの駆動用として用いることができる。

【0127】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1～8に記載の発明によれば、例えば板の面外曲げモードを2つ用いることによって、これまでの超音波モータにおいては達成されなかった。

【0128】①長手軸方向以外のスペースにはり出さないコンパクトな構造。

【0129】②基本的に板と突起のみを有するシンプルな構造。

【0130】③固有振動数が等しい相似モード、または類似した形状を有する例えば面外曲げモードを2つ用いているため、

・固有振動数

・力係数

・加圧力や推力が加わったときの固有振動数変化量などの量を、ほぼ等しくすることができる。

【0131】このため、コンパクトで高効率な超音波モータを構成することができる。

【0132】また、請求項9～12に記載の発明によれば、駆動に供する部材が予定移動方向以外の自由度を拘束する手段を兼用しているため、ベアリング、ボールネジ等の外部の支持手段が不要となり、これらの支持手段での損失、ガタ等がなく、また部品点数の削減化が図れ、構造の簡単化ともなる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例を示す概略斜視図。

【図2】図1の振動子の振動モードを示し、(a)、(a-1)、(a-2)は第1の曲げモードの振動状態を示し、(b)、(b-1)、(b-2)は第2の曲げモードの振動状態を示す。

【図3】第3実施例を示す概略斜視図。

【図4】第4実施例を示し、(a)は振動子の斜視図、(b)は第1の曲げモードの振動状態、(c)は第2の曲げモードの振動状態を示す。

【図5】第5実施例を示し、(a)は振動子の斜視図、

10

20

30

40

50

(b) は第1の曲げモードの振動状態、(c) は第2の曲げモードの振動状態を示す。

【図6】第6実施例を示す振動子の概略斜視図。

【図7】第7実施例を示す振動子の概略斜視図。

【図8】図7の振動子の振動モードを示し、(a) は第1の曲げモード、(b) は第2の曲げモードを示す。

【図9】第8実施例を示す振動子の概略斜視図。

【図10】図9の振動子の振動モードを示す図。

【図11】従来の板状振動子を示す図。

【図12】図1の振動子における圧電素子の分極パターンを示し、(a) は2枚構成の場合を示し、(b) は1枚構成の場合を示し、(c) は(a)の圧電素子にセンサー相を加えた場合、(d) は(b)の圧電素子にセンサー相を加えた場合を夫々示す。

【図13】第9実施例を示す概略斜視図。

【図14】第10実施例を示し概略斜視図。

【図15】第11実施例を示し、(a) は斜視図、(b) は(a)の横断面図。

【図16】第2実施例を示す斜視図。

【図17】第12実施例を示す振動子の概略斜視図。

【図18】図17の振動子の振動モードを示す図。

【図19】図17の振動子における圧電素子の分極パターンを示し、(a) は2枚構成の場合、(b) は1枚構成の場合を示す。

【図20】図17の振動子の振動状態を示し、(a) は振動子を上面から見た場合の突起部の振動状態、(b) は(a)のB方向から見た場合の突起部の振動状態、(c) は(a)のC方向から見た場合の突起部の振動状態を示す。

【図21】図17の振動子を固定子に装着した状態を示

し、(a) は側面図、(b) は(a)のA-A線断面図、(c) は(a)のB-B線断面図。

【図22】図21の振動子に対する被駆動体の取付け状態を示し、(a) は断面図、(b) は斜視図。

【図23】図21の振動子とレール部との接触構造を示す図。

【図24】第13実施例を示す概略斜視図。

【図25】第14実施例を示す概略斜視図。

【図26】第15実施例を示す概略図で、(a) は固定子に振動子を装着した状態を示し、(b) は装着前の状態を示す。

【図27】第16実施例を示し、(a) は振動子の概略図、(b)、(c) は夫々振動状態を示す図である。

【図28】図27の振動子における圧電素子の分極パターンを示す図。

【図29】図27の振動子を固定子に装着した状態を示す断面図。

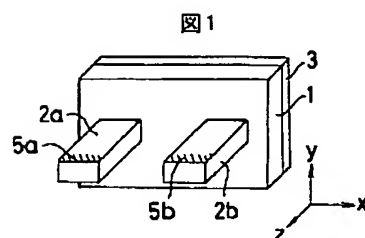
【図30】第17実施例を示し、(a) は振動子の概略斜視図、(b)、(c) は夫々振動状態を示す図である。

【図31】図30の振動子を固定子に装着した状態を示す断面図。

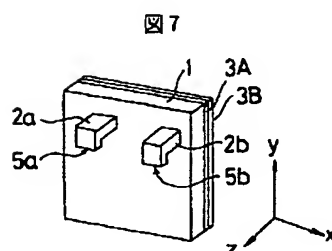
【符号の説明】

1, 20, 41…弾性体	2, 2a, 2b…変位拡大部
3, 3A, 3B…圧電素子	4, 4a, 4b, 4c…ツバパネ
6…レール状固定子	6a, 6b…接触部
7…支持部材	8…バネ
9…被駆動部材	10…ロッド

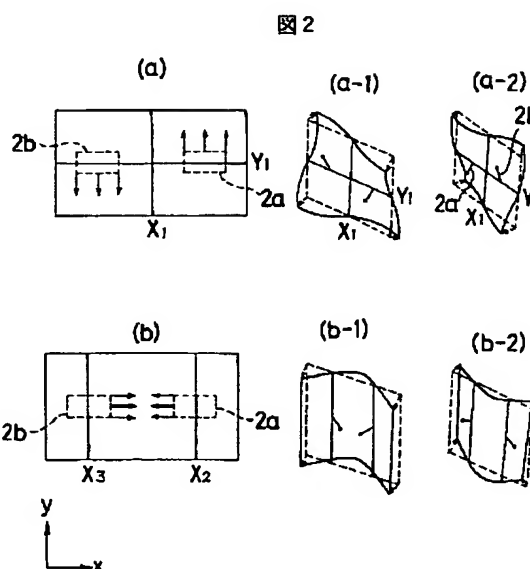
【図1】



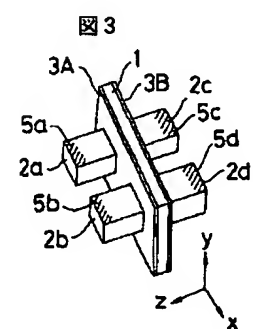
【図7】



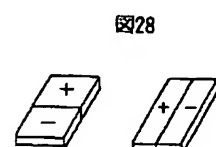
【図2】



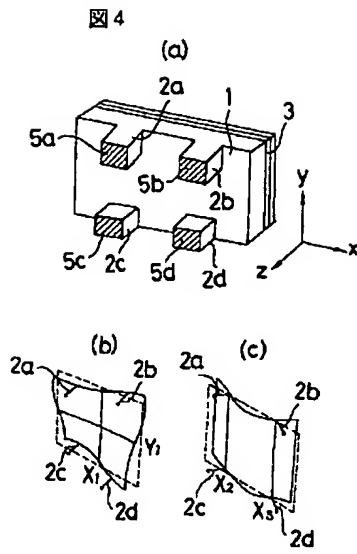
【図3】



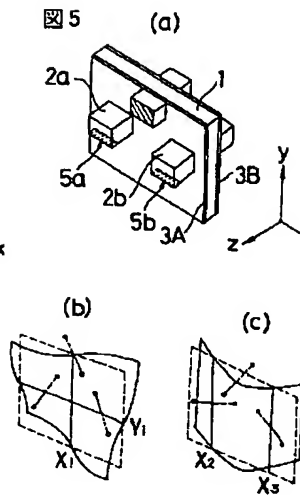
【図28】



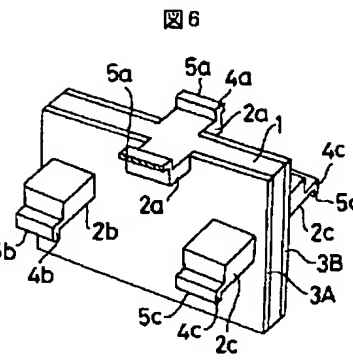
【図4】



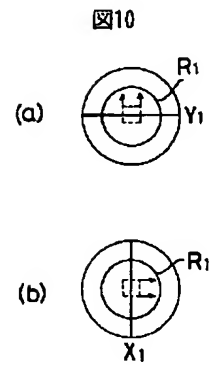
【図5】



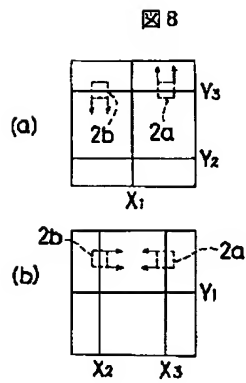
【図6】



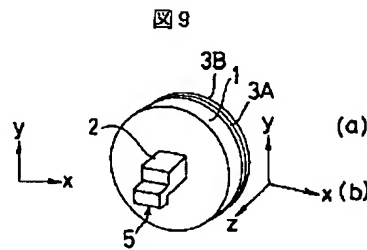
【図10】



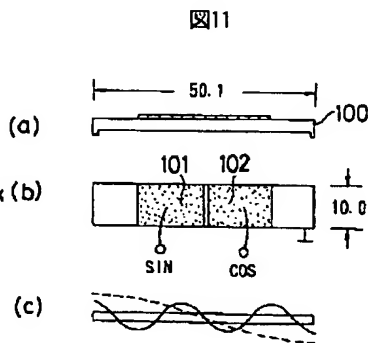
【図8】



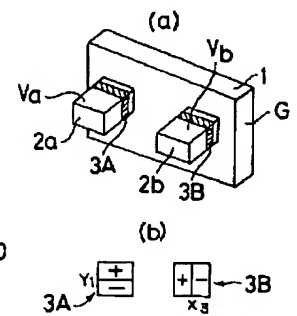
【図9】



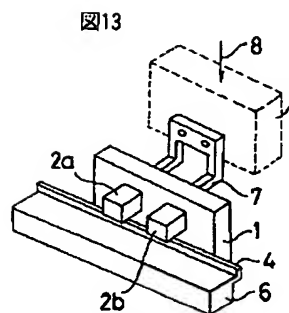
【図11】



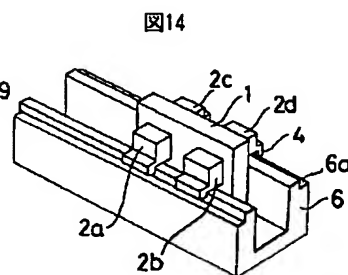
【図16】



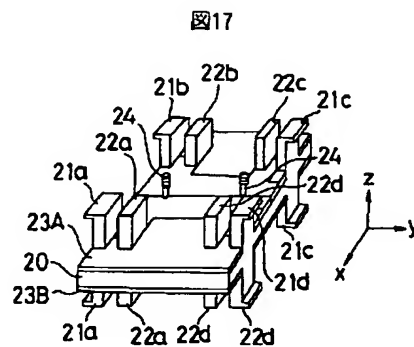
【図13】



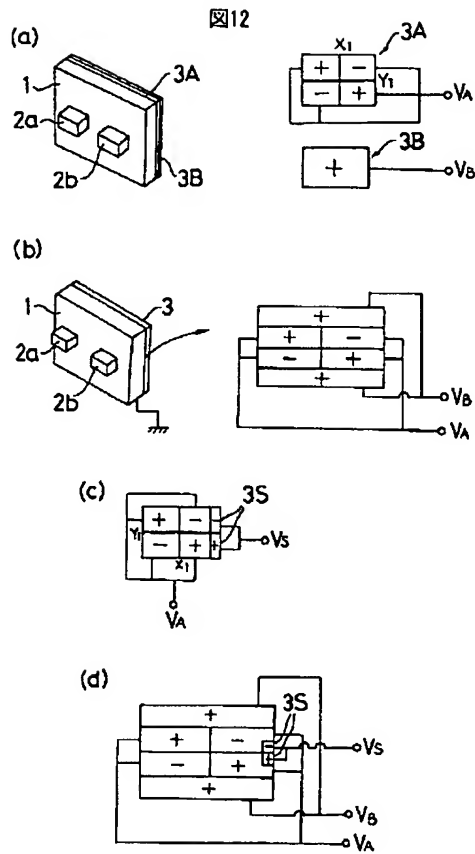
【図14】



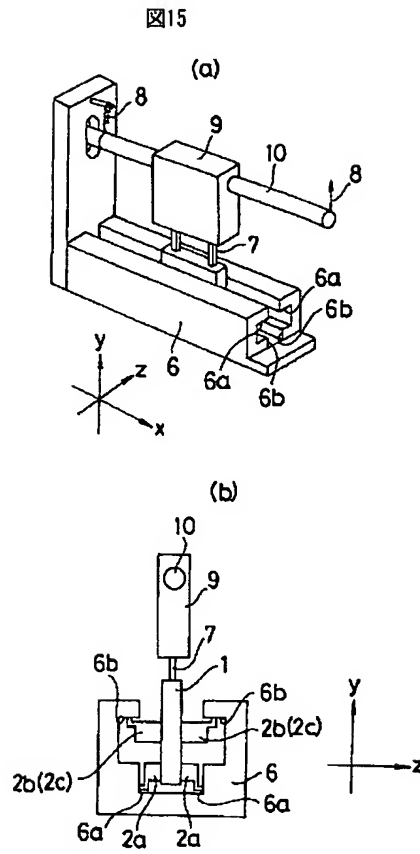
【図17】



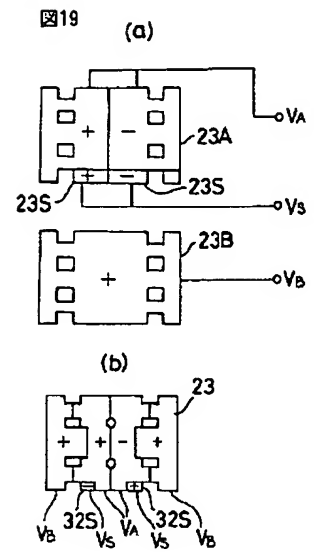
【図12】



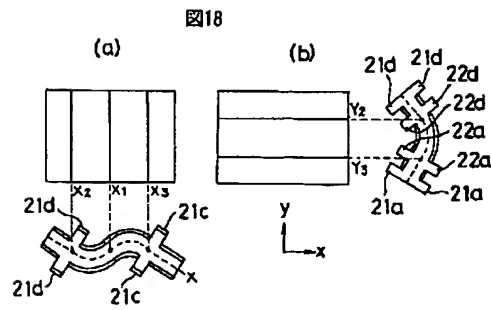
【図15】



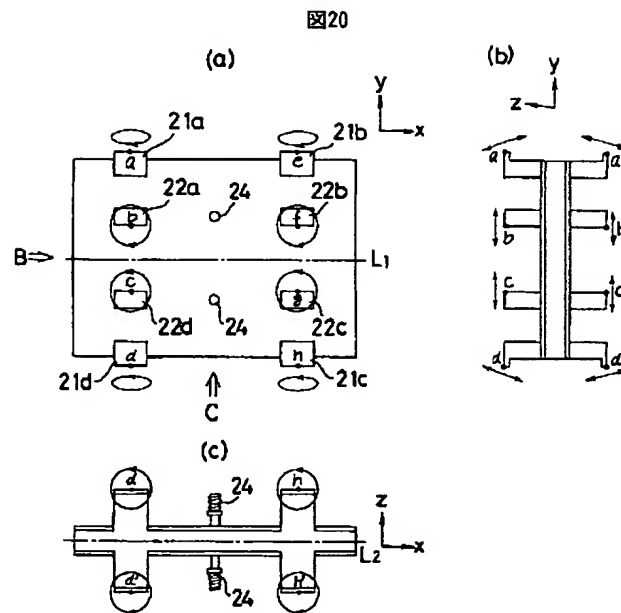
【図19】



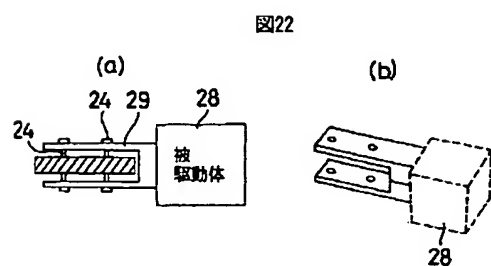
【図18】



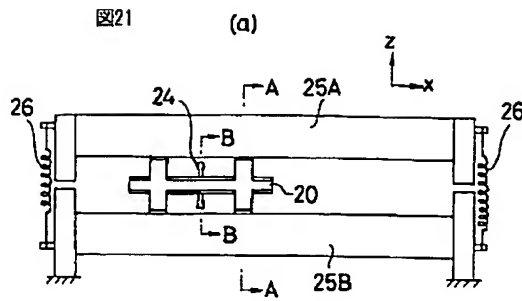
【図20】



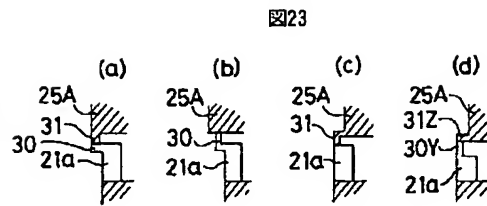
【図22】



【図 2 1】



【図 2 3】



【図 2 6】

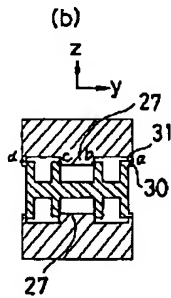
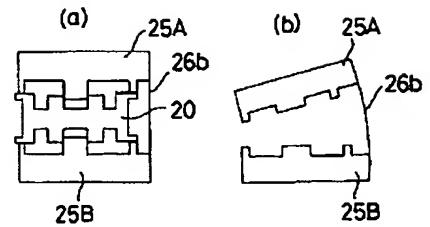


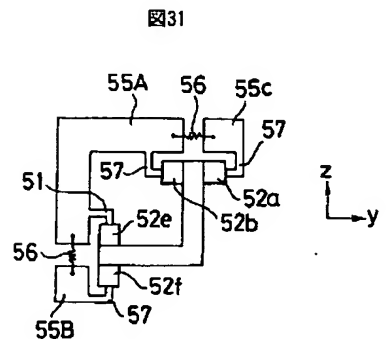
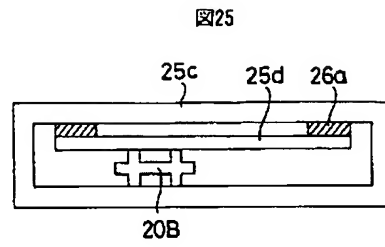
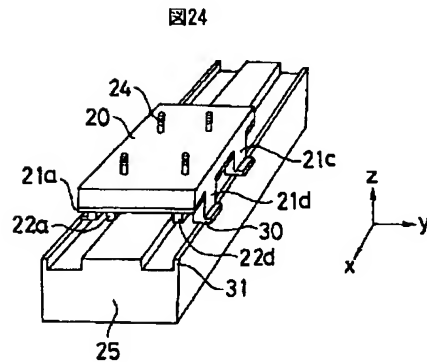
図26



【図 2 4】

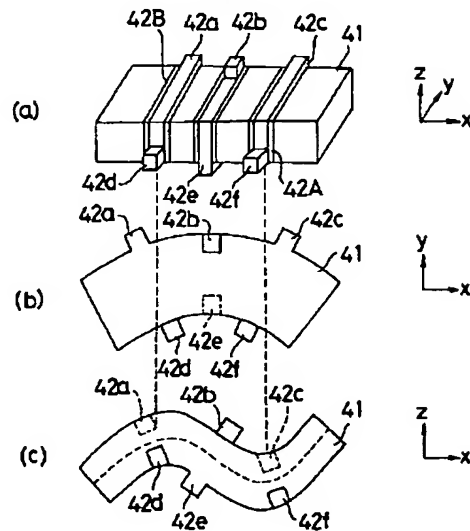
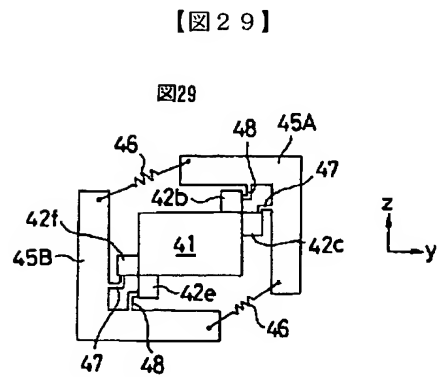
【図 2 5】

【図 3 1】

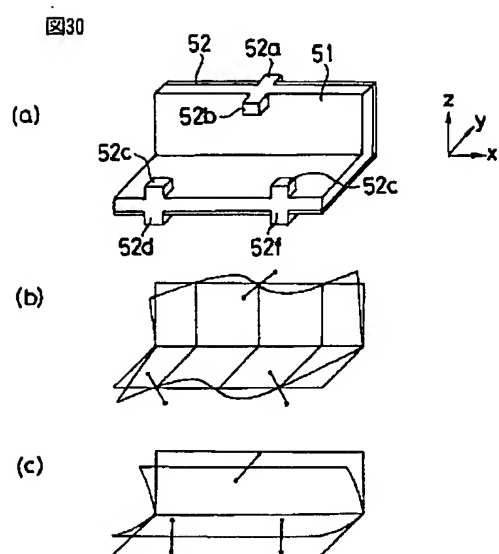


【図 2 7】

図27



【図30】



【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第7部門第4区分

【発行日】平成12年11月30日（2000. 11. 30）

【公開番号】特開平6-311765

【公開日】平成6年11月4日（1994. 11. 4）

【年通号数】公開特許公報6-3118

【出願番号】特願平5-89893

【国際特許分類第7版】

H02N 2/00

【F I】

H02N 2/00

【手続補正書】

【提出日】平成11年6月23日（1999. 6. 23）

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】発明の名称

【補正方法】変更

【補正内容】

【発明の名称】 振動波駆動装置

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 板状に形成された振動弾性体に、固有振動数が略等しく方向の異なる2つの曲げ振動モードを励起するための電気-機械エネルギー変換素子を接合し、該2つの曲げ振動の合成により該振動弾性体の所定の質点に形成される円又は楕円運動を該振動弾性体に設けた突起部により拡大し、該突起部を駆動に供する構成とした振動子を有することを特徴とする振動波駆動装置。

【請求項2】 請求項1において、前記2つの曲げ振動モードは、矩形平板形状の振動弾性体に、十文字状に節をもつ厚み方向曲げ振動を形成する第1の曲げ振動モードと、該弾性体の短辺に平行な2本の節をもつ曲げ振動を形成する第2の曲げ振動モードであることを特徴とする振動波駆動装置。

【請求項3】 請求項2において、前記第2の曲げ振動モードで形成される2つの節位置で、かつ該2つの節位置と該第1の曲げ振動モードで形成される節位置との交点位置に前記突起部を設けたことを特徴とする振動波駆動装置。

【請求項4】 請求項2において、前記第2の曲げ振動モードで形成される2つの節位置で、かつ振動弾性体の縁部に前記突起部を設けたことを特徴とする振動波駆動装置。

【請求項5】 請求項3において、前記突起部に加えて、前記第2の曲げ振動モードで形成される節位置の中間位置で、かつ前記振動弾性体の縁部に前記突起部を設けたことを特徴とする振動波駆動装置。

【請求項6】 請求項1において、前記2つの曲げ振動モードは、円板形状の振動弾性体の平面に対し、互いに直交する方向に形成される曲げ振動で、該振動弾性体の中心位置に前記突起部を設けたことを特徴とする振動波駆動装置。

【請求項7】 請求項1において、前記突起部は前記振動弾性体の両面に形成していることを特徴とする振動波駆動装置。

【請求項8】 板状に形成された振動弾性体を有し、固有振動数が略等しく方向の異なる2つの曲げ振動モードを励起するための電気-機械エネルギー変換素子を、該2つの曲げ振動の合成により該振動弾性体の所定の質点に形成される円又は楕円運動を拡大するために該振動弾性体に設けられた突起部に接合し、該突起部を駆動に供する構成とした振動子を有することを特徴とする振動波駆動装置。

【請求項9】 レール部を有する部材と、振動弾性体に接合される電気-機械エネルギー変換素子を駆動することにより、該振動弾性体に円又は楕円運動を生じさせる面外振動又は面内振動、あるいは面内振動及び面外振動を励起する振動子とを有し、該振動子に励起される円又は楕円運動の生じる駆動面を該レール部に加圧手段を介して加圧接触させ、該部材と該振動子とを予定移動方向に相対移動させる振動波駆動装置であって、該振動子は、予定移動方向と互いに直交する2方向において、互いに相反する方向に加圧力を受けて該レール部と接触する駆動面を有することを特徴とする振動波駆動装置。

【請求項10】 請求項9において、前記振動弾性体は板状に形成され、該振動弾性体の両面に、予定移動方向に沿った両側部に面外振動を励起する突起部と面内振動を励起する突起部とを並設すると共に予定移動方向の前後に設けたことを特徴とする振動波駆動装置。

【請求項 1 1】 請求項 9 において、前記振動弾性体は、板状に形成され、横断面の対角部に面外振動を励起する突起部と、面内振動を励起する突起部とを予定移動方向に沿って隔設したことを特徴とする振動波駆動装置。

【請求項 1 2】 請求項 9 において、前記振動弾性体は横断面が略 L 字形の板部材により形成され、一方の片の縁部に面外振動を励起する突起部を両面に対称に配置すると共に、他方の片の縁部に面内振動を励起する突起部を両面で、かつ予定移動方向の前後に設けたことを特徴とする振動波駆動装置。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0001

【補正方法】変更

【補正内容】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は振動波駆動装置に係り、特に振動子を構成する弾性体を板状としたリニア用の振動波駆動装置に関するものである。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0002

【補正方法】変更

【補正内容】

【0002】

【従来の技術】従来、リニア用の振動波駆動装置としては、その振動子の形状から分類すると、以下のようなものが提案されている。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0003

【補正方法】変更

【補正内容】

【0003】(1) 長楕円形状の振動子を構成する弾性体に進行波を励起し、該弾性体の直線部をレール状の固定子に当接し、該弾性体を該固定子に沿って直線的に移動させる形状で、特開平 3-183376 号公報、特開平 3-183381 号公報、特開平 3-289370 号公報、等に開示されている。

【手続補正 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0004

【補正方法】変更

【補正内容】

【0004】(2) 棒形状の振動子を構成する弾性体に互いに直交する 2 つの曲げ振動を形成し、両曲げ振動の合成により振動子の先端部に面外モードの進行波を形成し、該進行波の形成される駆動面に加圧接触した部材を移動させるタイプで、例えば特開平 4-29574 号公

報、特開平 4-29575 号公報、特開平 4-91668 号公報等に開示されている。

【手続補正 7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0008

【補正方法】変更

【補正内容】

【0008】

【発明が解決しようとする課題】上述した 3 タイプの振動波駆動装置に対し、夫々以下に述べるような欠点が指摘されている。

【手続補正 8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0009

【補正方法】変更

【補正内容】

【0009】1) 長楕円形状の振動子で構成される振動波駆動装置薄肉化には有利という利点を有する反面、リニア駆動のために利用する部分が直線部のみであり、しかも片側の直線部のみであるため、振動子全体の有効利用が図れず、したがって、リニア駆動に供しない部分が大きく、またスペース的にも無駄が多い。

【手続補正 9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0010

【補正方法】変更

【補正内容】

【0010】2) 棒状振動子で構成される振動波駆動装置は、振動子が直線移動方向に対して直交する方向に延びているため、その分スペース上不利となる。

【手続補正 10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0011

【補正方法】変更

【補正内容】

【0011】3) 板状振動子で構成される振動波駆動装置は、上述した棒状振動子に比べて直線移動方向に直交する方向への厚みが薄いため、スペース的には非常に有利ではあるが、板状弾性体に対して 2 つの異なったモード(曲げ 4 次モードと縦 1 次振動モード)で振動を励起しているため、これら両モードの固有振動数、力係数、内部減衰等を一致させるのが困難であり、実用化の点で問題がある。

【手続補正 11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0013

【補正方法】変更

【補正内容】

【0013】また、振動波駆動装置をリニア駆動する場合、予定移動方向を除く他の自由度を拘束する必要があ

り、摩擦駆動力を得るために設けられている加圧機構を拘束する必要がある。

【手続補正 1 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 1 5

【補正方法】変更

【補正内容】

【0 0 1 5】本発明は上記した問題を解決し、省スペース化を略れ、またベアリング等の他の拘束手段を不要とした振動波駆動装置を提供することを目的とする。

【手続補正 1 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 1 6

【補正方法】変更

【補正内容】

【0 0 1 6】

【課題を解決するための手段および作用】本発明の目的を実現する振動波駆動装置の構成は、板状に形成された振動弾性体に、固有振動数が略等しく方向の異なる2つの曲げ振動モードを励起するための電気-機械エネルギー変換素子を接合し、該2つの曲げ振動の合成により該振動弾性体の所定の質点に形成される円又は楕円運動を該振動弾性体に設けた突起部により拡大し、該突起部を駆動に供する構成とした振動子を有することを特徴とする。この構成では、振動弾性体が平板状であり、駆動のための2つの駆動モードは共に曲げ振動モードで、振動弾性体に生じる円又は楕円運動の駆動用の例えば面外振動の取り出しは、振動弾性体に設けた突起部により行える。2つの振動モードが共に曲げ振動モードであることから、両モードの固有振動数は振動弾性体の寸法を設定するだけで略一致させることができ、図11の従来例のように、固有振動数、力係数、内部減衰等が大幅に異なることはない。

【手続補正 1 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 1 7

【補正方法】変更

【補正内容】

【0 0 1 7】振動するのはあくまでも板状の振動弾性体であり、所望するトルク等に応じて突起部の長さを設定することができ、棒状振動波駆動装置のように、駆動方向以外の方向に大きなスペースを要することもない。

【手続補正 1 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 1 8

【補正方法】変更

【補正内容】

【0 0 1 8】また、本発明の目的を実現する振動波駆動装置の他の構成は、レール部を有する部材と、振動弾性体に接合される電気-機械エネルギー変換素子を駆動す

ることにより、該振動弾性体に円又は楕円運動を生じさせる面外振動又は面内振動、あるいは面内振動及び面外振動を励起する振動子とを有し、該振動子に励起される円又は楕円運動の生じる駆動面を該レール部に加圧手段を介して加圧接触させ、該部材と該振動子とを予定移動方向に相対移動させる振動波駆動装置であって、該振動子は、予定移動方向と互いに直交する2方向において、互いに相反する方向に加圧力を受けて該レール部と接触する駆動面を有することを特徴とする。この構成では、

10 予定移動方向に対して摩擦駆動力を発生させる突起部は、予定移動方向と互いに直交する他の2方向に対して振動子を拘束する拘束手段を兼ねているため、別に軸受手段を設けることを不要とする。

【手続補正 1 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 1 9

【補正方法】変更

【補正内容】

【0 0 1 9】

20 【実施例】図1は本発明による振動波駆動装置の第1実施例を示す振動子の概略斜視図である。

【手続補正 1 7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 2 0

【補正方法】変更

【補正内容】

30 【0 0 2 0】1は矩形平板形状に形成された弾性体で、円環状振動波駆動装置の振動子を構成する弾性体や、棒状振動波駆動装置の振動子を構成する弾性体と同様の金属材料より形成され、片面側には第1の変位拡大部2aと第2の変位拡大部2bがZ方向に突出し、裏面側には圧電素子3が接合されている。なお、弾性体1の長手方向をX方向、短辺方向をY方向、厚み方向をZ方向とする。

【手続補正 1 8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 3 9

【補正方法】変更

【補正内容】

40 【0 0 3 9】ここで、変位拡大部2a、2bに圧電素子を挟持固定する、ということに着目すれば一見棒状振動波駆動装置における棒状振動子と同様の構成に思えるが、棒状振動子はあくまでも棒状の弾性体に曲げ振動を励起するのに対し、本実施例は変位拡大部2a、2bを曲げ振動させるのではなく、板状の弾性体1に曲げ振動を励起させるようにした点において異なるものである。

【手続補正 1 9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 5 6

50 【補正方法】変更

【補正内容】

【0056】上記した構成の振動子をX方向を予定移動方向とするリニア振動波駆動装置として使用する場合、面内、面外の両振動モードで形成される楕円運動の運動方向が一致する必要がある。そのため、第2の変位拡大部2bと第3の変位拡大部2cは、下面の側面5b、5cを駆動面とし、物体と加圧接触させるようにしている。

【手続補正20】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0074

【補正方法】変更

【補正内容】

【0074】図13は第9実施例を示す振動波駆動装置の概略斜視図である。

【手続補正21】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0075

【補正方法】変更

【補正内容】

【0075】本実施例は、図1に示す第1実施例における振動子を移動体とするリニア振動波駆動装置で、予定移動方向に延びるレール状固定子6には、ツババネ4を介して接触部が形成され、振動子の第1変位拡大部2aと第2変位拡大部2bの先端部下側面が該レール状固定子6の接触部に矢印8方向の加圧力を受けて加圧接触するようになっている。

【手続補正22】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0078

【補正方法】変更

【補正内容】

【0078】図14は第10実施例を示す振動波駆動装置の概略斜視図である。

【手続補正23】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0079

【補正方法】変更

【補正内容】

【0079】本実施例は、図3に示す第3実施例における振動子を移動体とするリニア振動波駆動装置で、振動

子は弾性体1の両側に変位拡大部2a～2dを有しているため、これに合わせてレール状固定子6は断面U字形に形成され、その両側部の上面でツババネ4を有する変位拡大部2a～2dが加圧接触するようになっている。を設けることなくリニア振動波駆動装置を得ることができる。

【手続補正24】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0087

10 【補正方法】変更

【補正内容】

【0087】図17は、このようなベアリングレス構造のリニア振動波駆動装置を構成する振動子を示す第12実施例の概略斜視図である。

【手続補正25】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0126

【補正方法】変更

【補正内容】

20 【0126】以上説明した各実施例の振動波駆動装置は、直線駆動用としての利点が大きく、例えばバブルジェットプリンタ等の印字ヘッドの駆動用として用いることができる。

【手続補正26】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0127

【補正方法】変更

【補正内容】

【0127】

30 【発明の効果】以上説明したように、請求項1～8に記載の発明によれば、例えば板の面外曲げモードを2つ用いることによって、これまでの振動波駆動装置においては達成されなかった。

【手続補正27】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0131

【補正方法】変更

【補正内容】

40 【0131】このため、コンパクトで高効率な振動波駆動装置を構成することができる。